

# Predictores de vocación en Ciencia y Tecnología en jóvenes: Estudio de casos sobre percepciones de alumnado de secundaria y la influencia de participar en experiencias educativas innovadoras

**Teresa Lupión-Cobos**

*Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Málaga. España. [teluco@uma.es](mailto:teluco@uma.es)*

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6937-7178>

**Antonio Joaquín Franco-Mariscal**

*Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Málaga. España. [anjoa@uma.es](mailto:anjoa@uma.es)*

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8704-6065>

**Jesús Ramón Girón Gambero**

*IES Cartima. Cártama. Málaga. España. [jrgiron@uma.es](mailto:jrgiron@uma.es)*

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6388-0178>

[Recibido: 19 Octubre 2018. Revisado: 12 Enero 2019. Aceptado: 4 Abril 2019]

**Resumen:** Los factores actitudinales tienen una alta capacidad predictiva de la vocación hacia la Ciencia y Tecnología en los jóvenes, de gran interés por la demanda social de profesionales de áreas STEM. Este trabajo estudia en una muestra de 159 estudiantes españoles de secundaria, sus percepciones hacia tres variables implicadas: aceptación de la indagación como estilo de pensamiento, interés por estudiar carreras científicas y motivación en las clases de ciencias, diferenciándose comportamientos en función del género y nivel educativo. Asimismo, se analiza en estudios de caso, la influencia de estos factores en estudiantes participantes en propuestas innovadoras que les acercaron a la investigación científica, encontrándose un incremento en su tendencia a estudiar carreras científicas y de la motivación en las clases de ciencias. Se proponen conclusiones sobre la contribución de estas experiencias a la educación científica y al objetivo estratégico de promover vocaciones científicas en los estudiantes.

**Palabras clave:** Educación secundaria, Percepciones del alumnado, Factores actitudinales hacia la Ciencia y Tecnología, Indagación e investigación escolar.

**Predictors of vocation in Science and Technology in young people: Case study on perceptions of secondary school students and the influence of participating in innovative educational experiences**

**Abstract:** Attitudinal factors have a high predictive capacity of vocation towards Science and Technology these in young people, of great interest for the social demand of professionals in STEM areas. This paper studies in a sample of 159 Spanish high school students, their perceptions towards three variables involved: acceptance of inquiry as a way of thinking, interest in studying scientific careers and motivation in science classes, differentiating behaviors according to gender and level educational. Likewise, the influence of these factors on students participating in innovative proposals that brought them closer to scientific research is analyzed in case studies, finding an increase in their tendency to study scientific careers and motivation in science classes. Conclusions are proposed about the contribution of these experiences to scientific education and the strategic objective of promoting scientific vocations in students.

**Keywords:** Secondary education, Student perceptions, Attitudinal factors towards Science and Technology, Research and school research

**Para citar este artículo:** Lupión-Cobos, T., Franco-Mariscal, A.J., y Girón-Gambero, J.R. (2019) Predictores de vocación en Ciencia y Tecnología en jóvenes: Estudio de casos sobre percepciones de alumnado de secundaria y la influencia de participar en experiencias educativas innovadoras. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 16(3), 3102. doi: 10.25267/Rev\_Eureka\_ensen\_divulg\_cienc.2019.v16.i3.3102

## Introducción

*Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*  
Universidad de Cádiz, APAC-Eureka. ISSN: 1697-011X  
[http://dx.doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2019.v16.i3.3102](http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2019.v16.i3.3102)  
<http://reuredc.uca.es>

En la sociedad actual, la incidencia científica y tecnológica del conocimiento plantea al ciudadano la necesidad de afrontar situaciones cambiantes ante las que precisa disponer de capacidades, habilidades y destrezas diversas para la toma de decisiones en situaciones y contextos del día a día. Para ello, en el marco europeo, las instituciones educativas impulsan los enfoques de aprendizaje permanente a lo largo de la vida, vertebrando una formación en torno al desarrollo de las denominadas competencias clave, como enfoque educativo dinamizador de una formación ciudadana que permita a nuestros estudiantes, intervenir e integrarse como agentes activos en su entorno social (UE 2006, Gil y Vilches 2006). En el mismo sentido, se muestran los documentos del programa PISA (OECD 2015) proponiendo ciudadanías con la capacidad de continuar aprendiendo a lo largo de la vida para hacer frente a los desafíos del futuro, en el contexto de sus experiencias cotidianas ante situaciones que ejemplifican la «ciencia en la acción» (Sutcliffe 2011).

Por otro lado, el desarrollo científico-tecnológico en las sociedades industrializadas, demanda profesionales cualificados para carreras en las áreas de Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM). Sin embargo, la competencia de los jóvenes en su interés hacia éstas y en las carreras relacionadas, ha sido siempre una preocupación importante en el panorama español (Vázquez y Manassero 2008, 2009a, 2009b, Pro y Pérez 2014) e internacional. Así, la última evaluación de las competencias STEM y aptitudes para la empleabilidad (EC 2014) confirmó la proliferación de tendencias negativas que se habían evidenciado, tanto en la zona euro (EC, 2004) como en el contexto nacional español (Vázquez y Manassero 2009b, Méndez 2015).

Esta situación promueve el interés en la investigación educativa por el aprendizaje STEM de los estudiantes y sus opciones y aspiraciones laborales, siendo relevante conocer los factores que muestran en sus opiniones (Kier, Blanchard, Osborne y Albert 2014) e influyen en su toma de decisiones formativas hacia estas áreas (DeWitt, Archer y Osborne 2014, Vázquez y Manassero 2009b). Estas causas nos han impulsado a realizar este trabajo, con la intención de seguir indagando en las tendencias actitudinales hacia las actividades científico-tecnológicas de estudiantes de secundaria, con idea de mejorar sus percepciones hacia la Ciencia y Tecnología (CyT) y su aprendizaje.

## **Imagen de la ciencia y la tecnología en estudiantes de educación secundaria**

En el marco del proyecto ROSE (Sjøberg y Schreiner 2005), Vázquez y Manassero (2008) en un estudio con estudiantes españoles del final de la educación obligatoria (15/16 años) analizaron la imagen de CyT, encontrando una ligera tendencia positiva estadísticamente significativa, pero moderada, entre el género y la elección de CyT del alumnado. Se identifican posteriormente (Vázquez y Manassero 2009b), factores actitudinales (independientes o predictores) que influyen en el desarrollo de la vocación CyT, diferenciando por género y tipo de educación recibida, destacando como factor más determinante de la vocación, el de la actitud hacia la CyT escolar, común en todos los perfiles de estudiantes. Esto confirma la importancia de promover actitudes positivas hacia la CyT desde la educación secundaria (Fensham 2009) e invita a adoptar enfoques innovadores en la enseñanza de las áreas STEM, con los que abordar estrategias educativas que permitan contribuir al desarrollo de las vocaciones científico-tecnológicas.

Seguir este sendero conlleva contemplar aspectos importantes que participen en la construcción de los procesos de enseñanza-aprendizaje que intervienen en la motivación de los estudiantes de secundaria para la enseñanza de las áreas STEM.

## La motivación de los estudiantes en la enseñanza de las áreas STEM

Dentro de una perspectiva interaccional, se han identificado cuatro grupos básicos de aspectos que influyen en la motivación de los estudiantes por las disciplinas STEM (CRECIM 2011):

- a) Participación y competencias que disponen en torno a las áreas STEM. Se precisa que los estudiantes adquieran una formación teórica y práctica en el dominio de la investigación científico-tecnológica como recurso y procedimiento para conseguir el acercamiento a los métodos propios que la caracterizan (propuesta de preguntas, búsqueda de soluciones, formulación de hipótesis, indagación de posibles caminos para la resolución de problemas, contrastación de pareceres, diseño de pruebas y experimentos, emisión de conclusiones) y a la adquisición de actitudes y valores para su formación personal (atención, disciplina, rigor, responsabilidad, etc.). Asimismo, se considera igualmente importante, adquirir la capacidad de comunicar y transmitir adecuadamente los conocimientos, hallazgos y procesos.
- b) Información sobre las carreras STEM. El conocimiento de los estudiantes sobre estas carreras ha sido igualmente reconocido (Archer 2013), viéndose afectadas las opciones educativas y las carreras profesionales por sus creencias personales, sus valores y sus percepciones de sus habilidades para realizar tareas educativas y de carrera (Fouad 2007).
- c) Autoeficacia del estudiante y creencias actitudinales. La literatura contempla la influencia de factores personales en las actitudes de los estudiantes. Entre ellas destacan el género (Francis 2002, Sjøberg y Schreiner 2005), el nivel educativo (Vázquez y Manassero 2008, Marbá y Márquez 2010), el grado de desarrollo del país o el efecto de propuestas innovadoras Vázquez y Manassero 2009b), las cuales podrían producir cambios significativos en ciertas actitudes (López, Pro y Saura 2012, Romine y Sadler 2016), modulando la satisfacción personal que dicho alumnado pueda adquirir o manifestar sobre su agrado o disfrute en las clases.
- d) Percepción social de las industrias y carreras STEM. Diferentes estudios muestran predictores significativos y diferencias por sexos relativos a la percepción social que consideran se tiene desde el mundo laboral por las profesiones asociadas a carreras STEM (Francis 2002, Vázquez y Manassero 2009b). Así, en las chicas destaca la preferencia por los rasgos de un trabajo interesante (apasionante y retador) y que produzca poder y fama, mientras que en los chicos están relacionados con la imagen social y la preferencia por rasgos de un trabajo que deje tiempo al ocio y que les permita trabajar con entornos de relevancia social.

Todos estos aspectos nos hacen tomar en consideración la importancia de ofrecer una adecuada orientación académica y profesional que ayude a disponer de una visión lo más realista, ante posibles expectativas iniciales de su vocación en CyT.

## Experiencias de innovación en la construcción de procesos de enseñanza-aprendizaje para favorecer cambios actitudinales en CyT

En nuestro interés por conocer las percepciones del alumnado de secundaria de ciencias hacia la CyT, creemos importante saber cuáles son éstas hacia ciertos aspectos considerados clave en la literatura (Vázquez y Manassero 2009a, 2009b, Sjøberg y Schreiner 2005, Pérez 2013), de gran trascendencia para su motivación futura en relación con la CyT y su vocación hacia éstas, como son: la aceptación de la indagación como estilo de pensamiento, el interés por estudiar carreras científicas y, el disfrute en las clases de ciencias; todos ellos estudiando comportamientos diferenciados mostrados por el alumnado en función del género, nivel

educativo y la participación en experiencias de innovación, con un enfoque centrado en el desarrollo de prácticas científicas (NRC 2012).

La consideración de esta última variable permite contemplar la implicación del mayor clima motivacional (Romine y Sadler 2016) que se puede crear en los estudiantes, con la utilización de una estrategia metodológica asociada al aprendizaje por indagación o investigación guiada, conocido también por sus siglas en inglés como IBL (Inquiry Based Learning), metodología reconocida por la Unión Europea como adecuada para mejorar la enseñanza de las ciencias y las matemáticas (EC 2014), y, asimismo valorada para el desarrollo de competencias y la comprensión conceptual de contenidos fundamentales científico-tecnológicos (Bybee 2006, Minner *et al.* 2010, NRC 2012).

Para ello y siguiendo los planteamientos anteriormente indicados, como aspecto novedoso de este trabajo, hemos contemplado estudiar la diferencia en las percepciones de estudiantes, tras su participación previa en propuestas innovadoras que conllevan la utilización de una metodología indagativa e investigativa (Caamaño 2012, Crujeiras y Jiménez-Aleixandre 2013, Kissling 2014; Vílchez y Bravo 2015, Vázquez y Manassero 2015, Aramendi, Arburua y Buján 2018). En concreto, a través de dos estudios de caso usando nuevos escenarios formativos mediante los programas Profundiza y PIISA-Science IES que han permitido pasar de un enfoque más centrado en el profesor, a una propuesta de investigación escolar donde el alumno adquiere un papel más relevante de construcción de su conocimiento científico-tecnológico, con más implicación y movilización de sus capacidades y competencias (Couso 2012, Franco-Mariscal 2015, Lupión y Martín 2016, Sanmartí y Márquez 2017).

De esta manera podremos disponer de datos que nos permitan contemplar la posible contribución de estas estrategias didácticas en los factores actitudinales estudiados, de interés hacia la motivación futura hacia CyT de nuestros estudiantes.

## Objetivos de la investigación

El presente trabajo se enmarca en una investigación más amplia que pretende conocer los avances que se producen tanto en el aprendizaje como en el cambio de actitudes hacia la CyT de estudiantes de ciencias de secundaria cuando se implican en trabajos que conllevan procesos de indagación e investigación científica escolar. Concretamente, las preguntas de investigación de este estudio son:

1. ¿Cuáles son las percepciones de alumnado de secundaria hacia estos tres factores actitudinales relacionados con la CyT: a) aceptación de la indagación como estilo de pensamiento, b) interés por estudiar carreras científicas, c) motivación en las clases de ciencias?
2. ¿Cómo valoran nuestros estudiantes estos aspectos en función de su género y nivel educativo?
3. ¿Hay diferencias en las percepciones de estos estudiantes si han tenido una participación previa en experiencias educativas innovadoras que les han permitido acercarse a procesos de indagación e investigación científica escolar?

## Método

### Participantes

La muestra de investigación estuvo formada por 159 estudiantes de educación secundaria. Concretamente, 64 alumnos de 4º ESO y 95 de 1º Bachillerato de edades comprendidas entre 15 y 18 años, pertenecientes a diferentes institutos de educación secundaria. El 62.3% eran chicas y el 37.7% chicos, siguiendo la mayoría de ellos una enseñanza tradicional y no habiendo recibido una formación específica sobre investigaciones escolares. Asimismo, se da la circunstancia de que la mayoría de este alumnado era bilingüe.

Un número reducido de los alumnos había participado durante el curso anterior en propuestas innovadoras utilizando estrategias didácticas favorecedoras de trabajos por proyectos de investigación escolar. Concretamente, el 8.2% había participado en el programa Profundiza y el 4.4% en el Proyecto PIISA-Science IES. Ambos programas son voluntarios para el alumnado y el profesorado, disponiendo cada centro de un número reducido de participantes, dándose la circunstancia de que el segundo de los programas, se desarrolla como experiencia piloto.

Estos estudiantes participaron en dos estudios de caso para conocer si estos programas habían podido influir en sus percepciones hacia la CyT. El programa Profundiza que tuvo estructura oficial en el sistema educativo nacional desde 2010 hasta 2013, y que aún se desarrolla en algunas comunidades autónomas, intenta dar respuesta a la demanda informal de nuestros alumnos, de aplicar sus conocimientos y aprender otros más novedosos, en contextos distintos a los tradicionales como la propia aula. Se desarrolla en horario extraescolar, cualquier día de la semana y utiliza estrategias que articulan un aprendizaje activo en torno a la investigación científica, adoptando el docente, un rol de mediador y guía del aprendizaje y no de transmisor del saber. Los estudiantes no tienen la presión de cumplir un currículo y responder a un horario, sino que realizan proyectos por el gusto de conocer, trabajar con sus iguales y entender la realidad que les rodea.

El proyecto PIISA-Science IES (Pérez-Cáceres 2014) es una propuesta de innovación, dirigida a docentes de secundaria que quieren acercar el quehacer investigador a sus alumnos mediante la realización de trabajos por proyectos (Blancas y Guerra 2016) que incentivan su iniciación a la indagación e investigación científicas, y que se desarrollan en el marco de investigaciones reales de centros universitarios y de otros organismos. Los estudiantes realizan estos proyectos como actividades complementarias de su programa educativo escolar, acudiendo en varias sesiones de su horario lectivo a las instalaciones de estas instituciones, donde se establecen redes de intercambio educativo entre estudiantes, profesores y científicos. Estas redes favorecen la participación de los alumnos en prácticas científicas y se proyectan en el plan de estudios del centro educativo, entrelazándose enseñanza, aprendizaje e indagación/investigación científica (Houseal *et al.* 2014, McLaughlin *et al.* 2015).

Esta estructura potencia que el estudiante participe activamente en la construcción de su conocimiento (Pérez-Cáceres 2014, Lupión y Pérez 2017) en la que el profesorado desempeña una labor clave ayudando al alumnado a llevar a cabo distintas tareas (Tabla 1), con las que, a lo largo de las diferentes fases del proyecto, se concreta un acercamiento al quehacer científico con la realización de actividades que implican procesos de indagación e investigación científica ante situaciones reales. El alumnado tiene que buscar respuestas a situaciones problemáticas planteadas, trabajando en equipo y comunicando lo aprendido, en modelos de indagación abiertos que le permiten participar activamente y regular su aprendizaje. De esta manera ponen en acción conocimientos y actitudes y comportamientos, al interiorizar las situaciones vividas y valorar la utilidad de sus actuaciones, alcanzando respuestas ante problemas reales

abordados (Chen y Howard 2010, Aramendi, Arburua y Buján 2018) que favorecen el desarrollo de sus capacidades y competencias científicas, junto a otras competencias clave (MEC 2015).

**Tabla 1. Fases, tareas y competencias implicadas en el proyecto PIISA-Science IES**

FASES	TAREAS DEL ALUMNADO	COMPETENCIAS IMPLICADAS	
<b>Elec- ción de la inves- tigación</b>	1. Selección de un problema in- vestigable.	Competencia básica en CyT al ser capaz de identificar una pre- gunta de investigación de inte- rés social o un planteamiento de indagación científica.	Competencia básica en CyT mostrando interés por la ciencia y el modo de trabajar de los científicos.
	2. Diseño y realización del plan- teamiento de investigación para buscar respuesta.	Competencia básica en CyT al ser capaz de identificar varia- bles que intervienen y planifi- car, organizar y desarrollar pro- cedimientos de trabajo experi- mental con creatividad y rigor.	Competencia básica en CyT mostrando interés por la ciencia y el modo de trabajar de los científicos.
<b>Resolu- ción de la inves- tigación</b>	3. Distribución de tareas y responsabilidades.	Competencias sociales y ciudadanas al adquirir la capacidad de tra- bajar en equipo para alcanzar un resultado final.	
	4. Uso de fuentes de consulta (bases de datos, lectura de documentos científicos, etc.)	Competencia de aprender a aprender al seleccionar y consultar refe- rencias relevantes	
	5. Empleo de instrumental para lle- var a cabo la investigación plantea- da, respetando normas establecidas (de uso, seguridad, etc.).	Competencia básica en CyT al identificar y aprender a usar material de laboratorio..	Competencia básica en CyT mostrando interés por la ciencia y el modo de trabajar de los científicos.
	6. Emisión de hipótesis acerca del efecto de variables	Competencia básica en CyT al ser capaz de emitir hipótesis o de ha- cer predicciones controlando las variables implicadas en la expe- riencia.	
	7. Procesado de datos experimenta- les obtenidos.	Competencia matemática y básicas en CyT al aplicar destrezas bási- cas para la obtención, procesado y representación de medidas expe- rimenales, con el rigor requerido.	
	8. Verificación de la coherencia en- tre datos obtenidos e hipótesis ini- ciales.	Competencia básica en CyT para desarrollar capacidad en analizar y sintetizar los resultados experimentales de forma crítica y coheren- te.	
	9. Uso de plataformas digitales para el intercambio y elaboración de la información recogida durante la in- vestigación.	Competencia digital para usar software o herramientas TIC al pre- sentar resultados.	
	10. Trabajo en grupo con tolerancia y respeto hacia las aportaciones de los otros componentes del equipo.	Competencias sociales y ciudadanas al adquirir la capacidad de tra- bajar en equipo para alcanzar un resultado final.	
	11. Maquetación de informes y ma- teriales gráficos.	Competencia lingüística y digital para comunicar resultados de for- ma precisa y con coherencia.	
	12. Evaluación de la repercusión social de los resultados obtenidos	Competencia básica en CyT para desarrollar capacidad en analizar y sintetizar los resultados experimentales de forma crítica y coheren- te.	
<b>Comu- nicación de la in- vestiga- ción</b>	13. Comunicación de los resultados del proyecto en distintos formatos (póster, presentación digital, etc.).	Competencia lingüística y digital para comunicar resultados de for- ma precisa y con coherencia.	Competencia matemática y básicas en CyT al aplicar destrezas básicas para la ob- tención, procesado y repre- sentación de medidas expe- rimenales, con el rigor re- querido.

## Instrumento de recogida de datos

El instrumento utilizado fue la prueba TOSRA, propuesto por Fraser (1981) y aplicado internacionalmente (Cheung 2009, Welch 2010, Romero 2014; Toma y Greca 2018). La importancia de utilizar esta prueba radica en que la mayoría de los estudios, el término “actitud” se empleaba para referirse a los valores intrínsecos o intereses de los estudiantes hacia la ciencia, hasta que Dethlefs (2002) encontró que existía una relación entre aprendizaje constructivista y las actitudes y los logros de los estudiantes de secundaria en ciencias y matemáticas.

Dicha prueba permite recoger información sobre la visión del alumnado de ciencias sobre diferentes aspectos de la investigación científica, en concreto qué actitudes presenta hacia la ciencia. La prueba establece siete dimensiones: implicaciones sociales de la ciencia (S), visión de la vida de los científicos (N), actitudes hacia la indagación científica (I), adopción de actitudes científicas (A), motivación en las clases de ciencia (E), interés por la ciencia en el tiempo de ocio (L), e interés por estudiar carreras científicas (C).

Cada dimensión se compone de 10 ítems, 5 de los cuales se plantean en sentido positivo (a favor de la dimensión) y los otros 5 en sentido negativo (en contra de la característica de la dimensión). Los ítems se ofrecieron en inglés para no diferir del original, ya que el alumnado era bilingüe y el proyecto PIISA-Science IES potencia el bilingüismo, junto a una escala Likert de elección de 5 puntos (5: strongly agree (SA), 4: agree (A), 3: not sure (N), 2: disagree (D), 1: strongly disagree (SD). En total se presentaron 70 ítems sobre investigaciones (Fraser, 1981). En cada dimensión el alumnado podía obtener un mínimo de 10 puntos y un máximo de 50 puntos.

Este artículo se centra en el análisis de tres de las dimensiones de la prueba, estrechamente relacionadas con la proyección STEM de la ciencia. Concretamente se analizan las dimensiones E, C e I.

El instrumento se completó con cinco preguntas sociodemográficas: edad, sexo, nivel educativo, centro de estudios y su participación durante el curso anterior en programas escolares como Profundiza o PIISA-Science IES.

Las subescalas de TOSRA presentan una fiabilidad que oscila entre 0.67 y 0.93, y la fiabilidad global es de 0.90. Las características psicométricas de nuestro estudio son adecuadas, siendo el coeficiente alfa de Cronbach de las dimensiones E, C e I objeto de estudio 0.854, 0.838 y 0.618, respectivamente. De la misma manera, el análisis de componentes principales muestra que la prueba tiene una varianza total explicada de 68.453.

Se informó a los docentes de las intenciones del estudio. Los investigadores, tras contactar con el profesorado responsable del alumnado encuestado, administraron la prueba a los estudiantes vía telemática dentro del horario escolar. Además, se recabó información de éstos con diferentes procedimientos, intentando buscar sus percepciones. En el caso de los que habían participado en el programa Profundiza, se hizo una revisión de las memorias de cada profesor participante, recogidas en el blog oficial del programa. El instrumento utilizado para recabar información de estudiantes participantes en PIISA-Science IES fue un cuestionario de satisfacción, que éstos cumplimentaron al finalizar el proyecto.

## Análisis de datos

Para conocer las percepciones del alumnado hacia la investigación científica se realizó un análisis descriptivo de los datos con el programa estadístico SPSS 21.0, calculándose medidas de posición central y de dispersión (frecuencia, media  $\bar{X}$ , error estándar de la media EEM y

desviación estándar típica  $S_x$ ). Asimismo para conocer las diferencias de percepciones que presentaba en función del género, nivel educativo, así como de su posible participación en alguna propuesta innovadora durante el curso anterior, se aplicó la prueba t-student para muestras independientes. En todos los casos se comprobó la homocedasticidad de las varianzas. Finalmente, se calculó el parámetro d-Cohen d (Cohen, 1988) y el tamaño del efecto  $r_{YI}$ , para los casos en que había diferencias significativas, usando el estadístico t-student y los grados de libertad. El efecto se considera bajo, medio o alto para valores de  $r_{YI}$  de 0.2, 0.5 y 0.8, respectivamente.

## Resultados y Discusión

Este apartado realiza un análisis de las percepciones encontradas en los estudiantes, en primer lugar, según los tres aspectos estudiados y a continuación, en función del género y nivel educativo. Por último, se presentan los resultados del estudio de caso sobre la influencia en las percepciones de su participación en propuestas innovadoras.

### Diferencias de las percepciones en los factores actitudinales estudiados

Para cada dimensión, se presentan los ítems asociados, el histograma, los descriptivos básicos del total de la dimensión y los porcentajes de elección de cada opción en una escala acumulativa. En adelante, se realizan comentarios de los resultados, sumando, por una parte, las opciones 1 y 2 (SD y D) de la escala Likert planteada en el cuestionario, y por otra parte, las opciones 4 y 5 (A y SA), lo que permitirá establecer una comparativa entre los sujetos a favor y en contra de cada ítem. Los sujetos manifiestan una actitud positiva hacia el ítem propuesto si las respuestas mayoritarias se sitúan en las opciones 4 y 5 para ítems en sentido positivo, y en las opciones 1 y 2 para ítems formulados en sentido negativo. El cálculo de la media total para cada dimensión, se realiza sumando los parciales de los valores medios de los ítems positivos y los valores medios convertidos para este propósito por el programa de los ítems negativos (ver Anexos I, II y III).

#### *Dimensión E: Percepción del alumnado sobre la motivación en las clases de ciencias*

La Figura 1 muestra el histograma y los estadísticos descriptivos de la dimensión E. La Figura 2 recoge los porcentajes de elección.

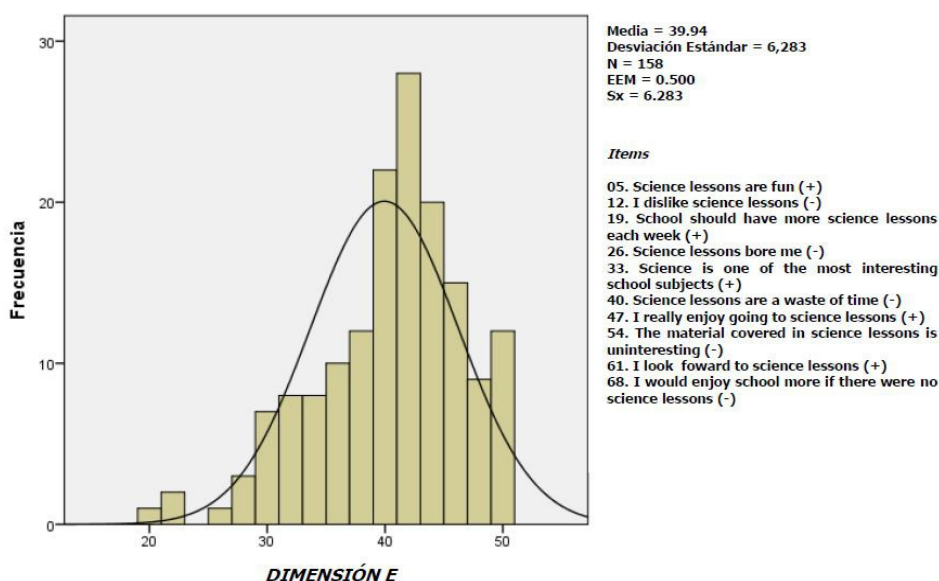
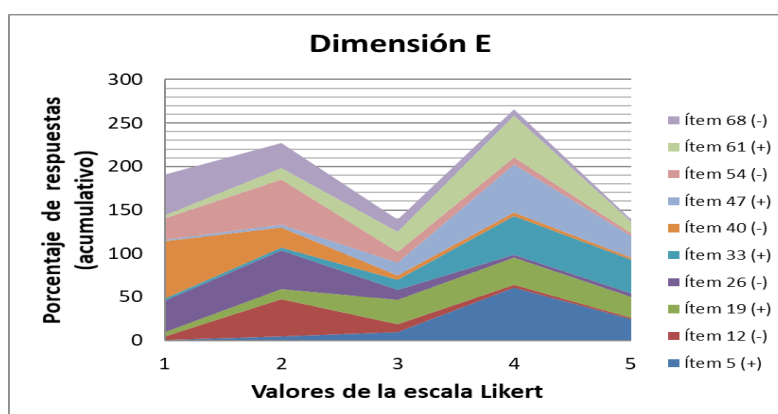


Figura 1. Histograma y estadísticos descriptivos de la dimensión E





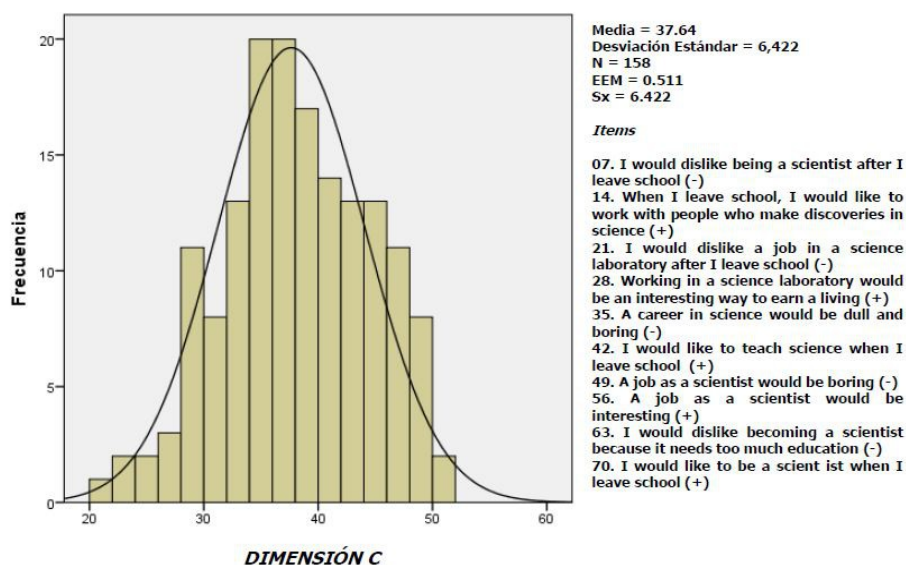
**Figura 2.** Porcentajes de elección de cada opción para la dimensión E

Como se aprecia (Figura 1), la media global (sobre 50) de esta dimensión ( $\bar{X} = 39.94$ ;  $S_x = 6.28$ ), con mínimo en 20 puntos y máximo en 50 puntos, parece indicar que el alumnado manifiesta una tendencia actitudinal positiva hacia la motivación en las clases de ciencias.

Esta tendencia se constata asimismo en todos los ítems (Figura 2), ya que en el caso de los ítems en sentido positivo el alumnado valora de forma mayoritaria el bloque a favor del ítem (valores 4 y 5), y en el caso de los ítems formulados en sentido negativo se valora en mayor porcentaje el bloque en contra de dicho ítem (valores 1 y 2). Esta tendencia actitudinal se resalta especialmente en su desacuerdo sobre la pérdida de tiempo que suponen las clases de ciencias (ítem 40) ( $\bar{X} = 1.54$ ;  $S_x = 0.94$ ) o ir en contra de no gustarle las clases de ciencias (ítem 12) ( $\bar{X} = 1.78$ ;  $S_x = 0.88$ ). Entre los ítems menos valorados destacan “esperar con interés las clases de ciencias” (ítem 61) ( $\bar{X} = 3.54$ ;  $S_x = 0.99$ ) y “la escuela debería tener más clases de ciencias cada semana” (ítem 19) ( $\bar{X} = 3.58$ ;  $S_x = 1.12$ ). Estas valoraciones, a pesar de ser las peores valoradas, deben considerarse altas al ser su media superior en sentido positivo a 3.5 puntos sobre 5.

#### *Dimensión C: Percepción del alumnado sobre el interés por estudiar carreras científicas*

Los resultados de esta dimensión se recogen en las Figuras 3 (histograma y estadísticos descriptivos) y 4 (porcentajes de elección).



**Figura 3.** Histograma y estadísticos descriptivos de la dimensión C

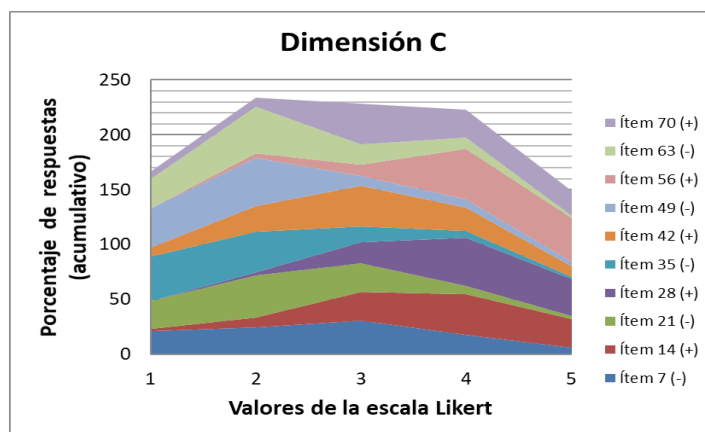


Figura 4. Porcentajes de elección de cada opción para la dimensión C

La media global de esta dimensión ( $\bar{X}=37.64$ ;  $S_x=6.42$ ) parece indicar una tendencia actitudinal positiva del alumnado al interesarse por estudiar carreras científicas. El mínimo y el máximo se sitúan en 20 y 50 puntos, respectivamente.

Al igual que ocurría en la dimensión anterior, dicha tendencia se observa en todos los ítems de la dimensión al encontrarse los mayores porcentajes de los ítems positivos en los valores más altos, y en los ítems negativos en los valores inferiores. No obstante, en este caso los ítems mejor valorados presentan una puntuación ligeramente inferior a la dimensión E. Los más valorados hacen referencia a que el trabajo que realiza un científico debe ser interesante (ítem 56) ( $\bar{X} = 4.22$ ;  $S_x = 0.78$ ), trabajar en un laboratorio científico debe ser un camino interesante para ganarse la vida (ítem 28) ( $\bar{X} = 4.08$ ;  $S_x = 0.81$ ) o postularse en contra de una carrera en ciencia debe ser tediosa y aburrida ( $\bar{X} = 1.92$ ;  $S_x = 0.99$ ). En esta dimensión, los ítems menos valorados son algo menores que en la dimensión E, al encontrarse el valor medio del menos valorado en 3.01 puntos. Las valoraciones más bajas se refieren a me gustaría enseñar ciencia cuando deje la escuela (ítem 42) ( $\bar{X} = 3.01$ ;  $S_x = 1.09$ ) y estar en contra de no me gustaría ser un científico cuando deje la escuela (ítem 7) ( $\bar{X} = 2.63$ ;  $S_x = 1.16$ ).

#### *Dimensión I: Percepción del alumnado sobre actitudes hacia la indagación científica*

La Figura 5 presenta el histograma y estadísticos descriptivos de la dimensión I y la Figura 6 los porcentajes de elección.

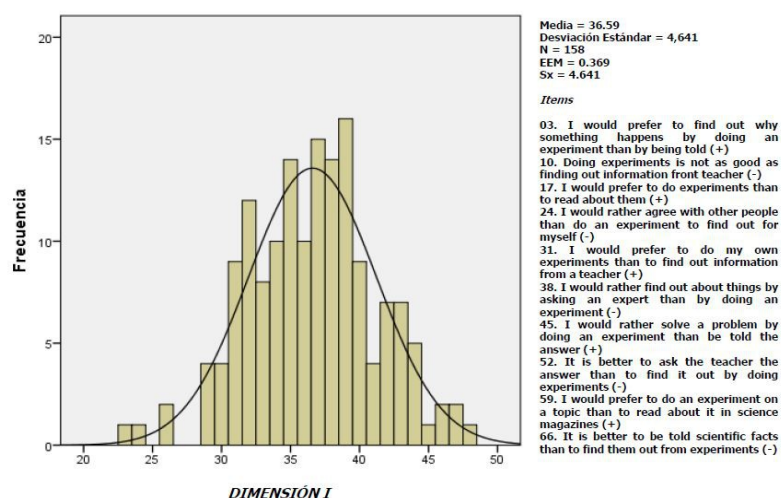
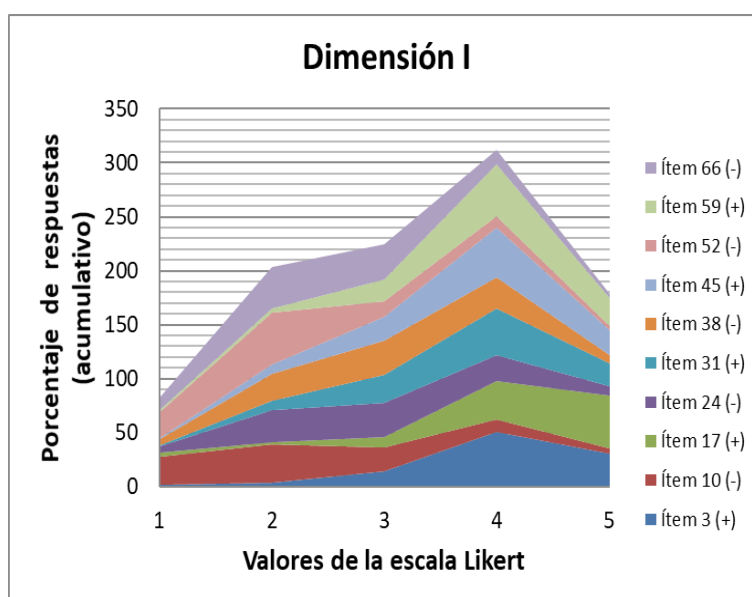


Figura 5. Histograma y estadísticos descriptivos de la dimensión I



**Figura 6.** Porcentajes de elección de cada opción para la dimensión I

La media global de esta dimensión ( $\bar{X} = 36.59$ ;  $S_x = 4.64$ ) (Figura 5), ligeramente inferior a la de las dimensiones ya analizadas, con una puntuación mínima y máxima en 23 y 48, respectivamente, parece indicar que el alumnado manifiesta una tendencia actitudinal positiva aceptando la indagación como estilo de pensamiento.

Como se observa (Figura 6), en todos los ítems enunciados de forma positiva, la mayoría del alumnado se posiciona con una actitud positiva hacia la indagación científica, al valorar de forma mayoritaria el bloque de respuestas a favor del ítem. Esta inclinación se refleja especialmente cuando prefieren hacer experimentos a leer sobre ellos (ítem 17) ( $\bar{X} = 4.26$ ;  $S_x = 0.95$ ) o cuando prefieren averiguar por qué sucede algo experimentando antes que recibir información externa (ítem 3) ( $\bar{X} = 4.06$ ;  $S_x = 0.83$ ). Asimismo, todos los ítems propuestos en sentido positivo, a excepción del ítem 38, son mayoritariamente valorados en el bloque de respuestas en contra del ítem (valores 1 y 2), lo que indica que los estudiantes también tienen una predisposición positiva hacia la indagación. El ítem 38 ( $\bar{X} = 3.09$ ;  $S_x = 1.05$ ) parece constituir una excepción ya que el 37.3% (valores 4 y 5) de los estudiantes indica su preferencia a averiguar cosas preguntando a un experto que haciendo un experimento frente al 31.0% que afirma lo contrario (valores 1 y 2). En este caso, debemos considerar el alto porcentaje de estudiantes indecisos (31.6%, valor 3), lo que parece poner de manifiesto que probablemente estas respuestas también estén a favor de una actitud positiva hacia la indagación. Además de dicho ítem, la preferencia por estar de acuerdo con otras personas a hacer un experimento para descubrirlo por sí mismo (ítem 24,  $\bar{X} = 3.01$ ;  $S_x = 1.06$ ) puede también relacionarse con una consideración de menor valor. De hecho, sólo en el ítem 24, los sujetos se dividen en dos subgrupos parecidos. El resto de los ítems adquieren puntuaciones intermedias entre las situaciones comentadas.

Una vez analizadas las tres dimensiones, los datos parecen revelar la mayor tendencia actitudinal del alumnado en este orden: motivación en las clases de ciencias (dimensión E) ( $\bar{X} = 39.94$ ;  $S_x = 6.28$ ); interés por estudiar carreras científicas (dimensión C) ( $\bar{X} = 37.64$ ;  $S_x = 6.42$ ) y actitudes hacia la indagación científica (dimensión I) ( $\bar{X} = 36.59$ ;  $S_x = 4.64$ ).

## Diferencias de las percepciones por género y nivel educativo

### Diferencias por género

Con relación a la dimensión E los chicos presentan una media de 38.07 ( $S_x = 6.74$ ) mientras que en las chicas es 41.06 ( $S_x = 5.74$ ) (Tabla 2). En el caso de la dimensión C la media de los chicos fue de 36.02 ( $S_x = 6.80$ ) y la de las chicas, 38.61 ( $S_x = 6.01$ ). Por último, para la dimensión I la media de los chicos fue 35.76 ( $S_x = 4.51$ ) y la de las chicas de 37.08 ( $S_x = 4.67$ ).

**Tabla 2.** Prueba t de student para muestras independientes según género

Dimensión	E		C		I	
Género	Chico (N=59)	Chica (N=99)	Chico (N=59)	Chica (N=99)	Chico (N=59)	Chica (N=99)
$\bar{X}$	38,070	41,060	36,020	38,610	35,760	37,080
Sx	6,739	5,744	6,804	6,012	4,508	4,672
EEM	0,877	0,577	0,886	0,604	0,587	0,470
F	4,227		1,581		0,067	
p	0,041		0,211		0,797	
t	-2,850		-2,492		-1,738	
p	0,005		0,014		0,084	
$X_1 - X_2$	-2,993		-2,589		-1,318	
DEE	1,050		1,039		0,759	
d-Cohen	-0,550		-0,390		---	
$r_{Y1}$	0,260		0,190		---	

F: estadístico de Levene de calidad de varianzas; t: estadístico t de student para muestras independientes; p: nivel de significación;  $X_1 - X_2$ : diferencia de medias; d-Cohen: d de Cohen.

La prueba t de student para muestras independientes mostró diferencias estadísticamente significativas entre chicos y chicas, a favor de éstas últimas en las dimensiones E ( $t_{(2, 107.212)} = -2.850$ ;  $p < 0.05$ ) y C ( $t_{(2, 156)} = -2.492$ ;  $p < 0.05$ ), pero no en la dimensión I ( $t_{(2, 156)} = -1.738$ ;  $p > 0.05$ ) (Tabla 1), lo que muestra que las chicas parecen presentar mayor motivación en las clases de ciencias y tienen mayor interés que los chicos en estudiar carreras científicas. No obstante, el tamaño de efecto se debe considerar bajo tanto para la dimensión E ( $d = -0.55$ ;  $r_{Y1} = 0.26$ ) como C ( $d = -0.39$ ;  $r_{Y1} = 0.19$ ).

Si bien en general, las actitudes relacionadas con la ciencia de las mujeres son peores que las de los hombres, el tamaño de las diferencias depende, a su vez, de factores muy diversos, relacionados con la educación, la cultura o el país (Sjøberg 2005, OECD 2016). Los mejores resultados alcanzados por las chicas en nuestro estudio corroboran tendencias indicadas en la literatura (Trumper 2004, Vázquez y Manassero 2015) que describe cómo chicos y chicas comparten el patrón general de descenso de las puntuaciones en todas las variables actitudinales relativas a la ciencia escolar, en edades comprendidas entre 10 y 15 años. Sin embargo, se observan diferencias entre chicos y chicas en el perfil decremento actitudinal, mostrándose éste en los chicos para aspectos como la creencia en su motivación a estudiar más ciencia en la escuela, la mejora de las oportunidades de carreras de ciencias o el deseo de ser científico.

### Diferencias por nivel educativo

Se apreció que los estudiantes de 1º de Bachillerato presentaron en todas las dimensiones medias mayores que los de 4º ESO. Así, el alumnado de 4º ESO presentó en la dimensión E una media de 38.84 ( $S_x = 6.88$ ), mientras que para los de 1º de Bachillerato fue 40.69 ( $S_x=5.76$ ) (Tabla 3). Para la dimensión C las medias fueron 35.55 ( $S_x=6.59$ ) y 39.06 ( $S_x=5.92$ ) para los alumnos de 4º ESO y 1º Bachillerato, respectivamente. En el caso de la dimensión I, las medias fueron más similares ( $\bar{x} = 36.45$ ;  $S_x = 4.25$ , para chicos, y  $\bar{x} = 36.68$ ;  $S_x = 4.91$ , para chicas), aunque los estudiantes de bachillerato presentaban valores superiores.

**Tabla 3.** Prueba t de student para muestras independientes según nivel educativo

Dimensión	E		C		I	
Curso	4º ESO (N=64)	1º Bachillerato (N=94)	4º ESO (N=64)	1º Bachillerato (N=94)	4º ESO (N=64)	1º Bachillerato (N=94)
$\bar{x}$	38,840	40,690	35,550	39,060	36,450	36,680
Sx	6,883	5,759	6,597	5,922	4,254	4,908
EEM	0,860	0,594	0,825	0,611	0,532	0,506
F	2,695		0,781		1,095	
p	0,103		0,378		0,297	
t	-1,828		-3,498		-0,302	
p	0,069		0,001		0,763	
$X_1-X_2$	-1,848		-3,517		-0,228	
DEE	1,011		1,005		0,754	
d-Cohen	---		-0,560		---	
$r_{Y1}$	---		0,270		---	

En este caso, la prueba t de student mostró sólo diferencias estadísticamente significativas entre alumnos de 4º ESO y 1º de Bachillerato, en la dimensión C, a favor de éstos últimos ( $t_{(2, 156)} = -3.498$ ;  $p < 0.05$ ) (Tabla 3). Este resultado pone de manifiesto la tendencia de los estudiantes de Bachillerato a estudiar carreras científicas, aunque su efecto debe considerarse bajo ( $d = -0.56$ ;  $r_{Y1} = 0.27$ ). Estos resultados contrastan con la aparente tendencia de que a medida que se avanza en el nivel educativo disminuye la valoración actitudinal hacia la ciencia de los estudiantes, lo que nos hace pensar en la incidencia de otros factores como la relación inversa entre el grado de desarrollo del país y las actitudes positivas hacia la ciencia en jóvenes de secundaria (Sjøberg y Schreiner 2005, 2007), y en concreto en las diferencias existentes entre las comunidades autónomas en relación con las actitudes, recogida en la literatura (Gil 2012) confirmando la existencia de otros factores en las percepciones del alumnado o en su interés por las ciencias.

### Influencia de la participación de los estudiantes en propuestas innovadoras durante el curso anterior

#### Estudio de caso con estudiantes participantes en Profundiza

En la Tabla 4 puede observarse que las medias de las tres dimensiones estudiadas son muy similares entre estudiantes que participaron en el programa Profundiza (Figura 7) y aquellos que no lo hicieron. La prueba t de student confirma la no existencia de diferencias significativas en

ninguna de las dimensiones entre estos perfiles de estudiantes, a pesar de que las valoraciones extraídas de las memorias redactadas por el profesorado responsable de los proyectos, muestran una apreciación personal de que se produce una mayor motivación al trabajar de esta forma. Esto coincide con la creencia del profesorado de que este tipo de prácticas siempre van a ser exitosas (Cañal, 2007; Hamed, Rivero y Del Pozo, 2016) y como muestran estos resultados no siempre es así, y deben diseñarse y llevarse a la práctica de forma eficaz para que puedan producir un verdadero impacto en el alumnado, asegurándose de una adecuada aplicación en la clase de ciencias ya que, como se recoge en la literatura, hay una deficiencia al respecto por parte del profesorado (Capps y Crawford, 2013a) evidenciándose la importancia de que éste disponga de experiencia en la aplicación de una metodología de indagación y no solamente se contemple sus creencias sobre los posibles resultados de estrategias de enseñanza que intentan aplicar este tipo de enfoques (Capps y Crawford, 2013b; Pérez, y Furman, 2016).

**Tabla 4.** Prueba t de student para muestras independientes según participación o no en propuestas innovadoras de investigación durante el curso anterior

Propuesta innovadora Profundiza						
Dimensión	E		C		I	
Participación	Sí (N=13)	No (N=145)	Sí (N=13)	No (N=145)	Sí (N=13)	No(N=145)
$\bar{X}$	39,380	39,990	37,770	37,630	36,080	36,630
Sx	7,869	6,153	6,760	6,415	4,071	4,699
EEM	2,183	0,511	1,875	0,533	1,129	0,390
F	2,954		0,482		0,288	
p	0,088		0,488		0,593	
t	-0,334		0,076		-0,414	
p	0,739		0,940		0,680	
X <sub>1</sub> -X <sub>2</sub>	-0,608		0,142		-0,558	
DEE	1,824		1,865		1,347	
d-Cohen	---		---		---	
r <sub>Y1</sub>	---		---		---	
Propuesta innovadora PIISA-Science IES						
Participación	Sí (N=7)	No (N=151)	Sí (N=7)	No (N=151)	Sí (N=7)	No (N=151)
$\bar{X}$	44,430	39,740	44,430	37,320	38,430	36,500
Sx	7,435	6,175	5,996	6,283	5,028	4,623
EEM	2,810	0,503	2,266	0,511	1,901	0,376
F	0,439		0,318		0,012	
p	0,508		0,574		0,914	
t	1,949		2,930		1,073	
p	0,053		0,004		0,285	
X <sub>1</sub> -X <sub>2</sub>	4,693		7,104		1,925	
DEE	2,408		2,425		1,794	
d-Cohen	0,310		0,470		---	
r <sub>Y1</sub>	0,150		0,230		---	



**Figura 7.** Estudiantes de los proyectos de ciencia “Andalucía Profundiza”

### Estudio de caso con estudiantes participantes en PIISA-Science IES

En todas las dimensiones, las medias mayores se encontraron en aquellos estudiantes que habían participado en PIISA-Science IES durante el curso escolar anterior (Figura 8).



**Figura 8.** Estudiantes de la propuesta PIISA-Science IES

En los resultados alcanzados por este perfil de estudiantes, las medias fueron 44.43 ( $S_x = 7.43$ ), 44.43 ( $S_x = 5.99$ ) y 38.43 ( $S_x = 5.03$ ) para las dimensiones E, C e I, respectivamente, frente a 39.74 ( $S_x = 6.17$ ), 37.32 ( $S_x = 6.28$ ) y 36.50 ( $S_x = 4.62$ ) para alumnado que no había participado en ese tipo de propuestas innovadoras (Tabla 4).

La prueba t de student mostró sólo diferencias estadísticamente significativas entre estudiantes que habían participado en esta propuesta innovadora y los que no, en la dimensión C, a favor de los primeros ( $t_{(2, 156)} = 2.930$ ;  $p < 0.05$ ) (Tabla 4). Asimismo, se observó una tendencia próxima a la significatividad en la dimensión E ( $t_{(2, 156)} = 1.949$ ;  $p = 0.053$ ). Los resultados obtenidos muestran que los estudiantes que habían participado previamente en estas iniciativas muestran una tendencia a estudiar carreras científicas, y también a estar más motivados en las clases de ciencias. Sin embargo, el tamaño de efecto debe considerarse bajo para las dimensiones C ( $d = -0.47$ ;  $r_{Y1} = 0.23$ ) y E ( $d = -0.31$ ;  $r_{Y1} = 0.15$ ) (Tabla 4).

### Valoraciones finales e implicaciones didácticas

Como respuesta a las preguntas de investigación encontramos estas valoraciones:

- Sobre las percepciones del alumnado respecto a los factores actitudinales predictores hacia la vocación en CyT analizados (aceptación de la indagación como estilo de pensamiento, interés por estudiar carreras científicas y motivación en las clases de ciencias) los datos pa-



recen revelar que la mayor tendencia del alumnado se manifiesta en ese mismo orden creciente.

- En cuanto al género, se puede establecer que las chicas alcanzan valores promedios superiores a los chicos en los tres aspectos estudiados, si bien la prueba t de student mostró sólo diferencias estadísticamente significativas en su mayor motivación en las clases de ciencias y en su interés en estudiar carreras científicas. No obstante, el tamaño de efecto se debe considerar bajo en ambos casos. Desde nuestro punto de vista, estos resultados confirman la tendencia a la total homogenización por género, que venimos observando en el campo profesional científico e investigativo.
- Sobre la diferencia por niveles, se encontró que estudiantes de 1º Bachillerato presentaron medias mayores que los de 4º ESO en todas las dimensiones, si bien solo estadísticamente significativas en la dimensión relativa al interés por estudiar carreras científicas, reflejando que ya en Bachillerato estos estudiantes tienen una clara orientación a estudiar carreras científicas.
- Respecto a haber participado en propuestas didácticas innovadoras mediante los programas Profundiza y PIISA-Science IES, implicando experiencias con realización de prácticas científicas y de indagación, los resultados obtenidos en todos los factores analizados, presentan valores medios mayores en aquellos alumnos que habían participado en actividades PIISA-Science IES durante el curso escolar previo.

Finalmente, a pesar de que nuestro trabajo es abordado como estudio de casos, con las reservas debidas dada la extensión de la muestra consideramos que los resultados alcanzados ponen en valor las siguientes implicaciones didácticas:

a) La importancia de la utilización de estrategias favorecedoras de la indagación como elemento usual en las clases de ciencias, como la que se favorece desde experiencias PIISA- Science IES, ya que permiten complementar el conocimiento teórico que se asocia al aportado por las actividades prácticas que lo clarifican y refuerzan (Hamed, Rivero y Del Pozo 2016). Utilizándose como elemento usual en las clases de ciencias, pueden mejorar la actitud del alumnado hacia disciplinas y materias científicas, estando así en la línea del estudio de Chen y Howard (2010) cuando constatan que la actitud hacia el aprendizaje del alumnado de educación secundaria mejora cuando se fomentan la búsqueda y la gestión de la información y se desarrollan procesos de indagación vinculados a la vida cotidiana.

b) La utilización de enfoques de metodología activas en la enseñanza de las ciencias como el que han ofrecido las experiencias PIISA-Science IES facilitando las relaciones entre enseñanza del contenido científico con implicación de procesos de investigación escolar y de indagación contribuye a promover logros en el aprendizaje en las áreas STEM, favoreciendo la formación científica y técnica del alumnado, pudiendo interiorizar éstos la utilidad de la ciencia aplicándola en “contextos relevantes” en los que han establecido habilidades y capacidades en sus producciones escolares como: hacer uso del conocimiento científico y mostrar comprensión del mismo aplicando ideas científicas, información o conceptos apropiados, no dados, a una situación presentada; reconocer preguntas que pueden ser científicamente investigadas y darse cuenta de qué implican estas investigaciones; dar sentido a los datos científicos como pruebas para establecer afirmaciones o conclusiones y comunicar a otros, descripciones, argumentaciones o explicaciones científicas. Procesos que entendemos influyen en los mejores resultados alcanzados en las restantes variables actitudinales estudiadas y que, de mane-



ra conjunta, pueden favorecer una asunción más positiva en estos estudiantes, manifestada en sus percepciones hacia la CyT.

c) Experiencias como la presentada en este estudio puede contribuir a la integración de enfoques interdisciplinarios STEM en la intervención del profesor, ayudando a romper creencias docentes de considerar que es imposible implementar los objetivos curriculares y contenidos necesarios, siguiendo prácticas científicas e ingenieriles y no solo mediante procedimientos tradicionales, asumiendo la utilización del enfoque indagativo y la realización de prácticas científicas en la enseñanza de las ciencias y la tecnología (Kissling 2014, Vilchez y Bravo 2015, Vázquez y Manassero 2015, Aramendi, Arburua y Buján 2018), no solo como metodología de enseñanza, sino también como objetivo de aprendizaje, valorándolos como componentes clave de la educación científico-tecnológica, en aras a contribuir al objetivo estratégico de promover vocaciones científicas en la apuesta para construir una sólida sociedad del conocimiento.

## Referencias bibliográficas

- Aramendi P., Arburua R.M., Buján, K. (2018) El aprendizaje basado en la indagación en la enseñanza secundaria. *Revista de Investigación Educativa*, 36(1), 109-124.
- Archer L. (2013) *What shapes children's science and career aspirations age 10-13? Interim Research Summary. ASPIRES Project*. London: King's College London.
- Barmby P., Kind P.M., Jones K. (2008) Examining changing attitudes in Secondary School Science. *Internacional Journal of Science Education*, 30(8), 1075-1093.
- Blancas J. L., Guerra M.T. (2016) Trabajo por proyectos en el aula de ciencias de secundaria. Tensiones curriculares y resoluciones docentes. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 21(68), 141-166.
- Bybee R.W. (2006) Scientific Inquiry and Science Teaching. In L. B. Flick y N. G. Lederman (Eds.). *Scientific Inquiry and Nature of Science. Implications for Teaching, Learning and Teacher Education* (pp. 1-12). Dordrecht, The Netherlands: Springer.
- Caamaño A. (2012) La investigación escolar es la actividad que mejor integra el aprendizaje de los diferentes procedimientos científicos. En E. Pedrinaci, A. Pro, A. Caamaño & P. Cañal (coords.). *11 ideas claves. El desarrollo de la competencia científica*, pp.127-146. Barcelona: Graó.
- Cañal P. (2007). La investigación escolar, hoy. *Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 52, 9-19.
- Capps D.K., Crawford B.A. (2013a). Inquiry-based instruction and teaching about nature of science: Are they happening? *Journal of Science Teacher Education*, 24(3), 497-526.
- Capps D.K., Crawford, B.A. (2013b). Inquiry-based professional development: What does it take to support teachers in learning about inquiry and nature of science? *International Journal of Science Education*, 35(12), 1947-1978.
- Chen C.H., Howard B. (2010) Effect of live simulation on middle school students attitudes and learning toward science. *Educational Technology & Society*, 13(1), 133-139.
- Cheung D. (2009) Developing a Scale to Measure Students' Attitudes toward Chemistry Lessons. *International Journal of Science Education*, 31(16), 2185- 2203.
- Cohen J. (1988) *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Lawrence Earlbaum Associates.

- Couso D. (2012) "De la moda de “aprender indagando” a la indagación para modelizar: una reflexión crítica". Conferencia plenaria XXVI Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Huelva: APICE.
- CRECIM (2011) InGenious Project. Implementation of the Observatory. Report to the European Commission. Brussels: European Commission.
- Crujeiras B., Jiménez M.P. (2015) Desafíos planteados por las actividades abiertas de indagación en el laboratorio: articulación de conocimientos teóricos y prácticos en las prácticas científicas. *Enseñanza de las Ciencias*, 33(1), 63-84.
- Dávila M.A., Cañada F., Sánchez J., Martínez, G. (2016) The emotions in the students of compulsory education towards the subject of physics and chemistry. In J. Lavonen, K. Juuti, J. Lampiselkä, A. Uitto & K. Hahl (Eds.), *Proceedings of the ESERA 2015 Conference. Science education research: Engaging learners for a sustainable future, Part 2/Strand 2. Learning science: Cognitive, affective and social aspects* (coeds. T. Russell & A. Zeyer), (pp.108-138). Helsinki, Finland: University of Helsinki.
- Destefano L. (2014) Impact of a Student-TeacherScientist Partnership on Students' and Teachers' Content Knowledge, Attitudes Toward Science, and Pedagogical Practices. *Journal of Research in Science Teaching*, 51(1), 84-115.
- Dethlefs T.M. (2002) Relationship of constructivist learning environment to student attitudes and achievement in high school mathematics and science. *Dissertation Abstracts International*, 63(7), 2455.
- DeWitt J., Archer L., Osborne J. (2014) Science-related Aspirations Across the Primary–Secondary Divide: Evidence from two surveys in England. *International Journal of Science Education*, 36(10), 1609–1629.
- European Comission (2004) Europe needs more scientifics. Luxembourg: Office for Oficial Publications of European Communities.
- European Commission (2014) EU Skills Panorama (2014) STEM skills Analytical Highligh. Brussels: European Commission.
- Fensham P. (2009) Real world contexts in PISA science: implications for contexts-basics science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(8), 884-896.
- Fouad N.A. (2007) Work and Vocational Psychology: Theory, Research, and Applications. *Annu. Rev. Psychol.*, 58, 543–564.
- Francis B. (2002) Is the Future Really Female? The Impact and Implications of gender for 14–16 Year Olds' Career Choices. *Journal of Education and Work*, 15(1), 75-88.
- Franco-Mariscal A.J. (2015) Competencias científicas en la enseñanza y el aprendizaje por investigación. Un estudio de caso sobre corrosión de metales en secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 33(2), 231-252.
- Fraser B.J. (1981). *TOSRA: Test of science-related attitudes handbook*. Hawthorn, Victoria: Australian Council for Educational Research.
- Hamed S., Rivero A., Del Pozo R.M. (2016). El cambio en las concepciones de los futuros maestros sobre la metodología de enseñanza en un programa formativo. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(2), 476-492.
- Houseal A., Abd-El-Khalick F., Pro A., Pérez, A. (2014) Actitudes de los alumnos de Primaria y Secundaria ante la visión dicotómica de la Ciencia. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 111-132.

- Kier M.W., Blanchard M.R., Osborne J.W., Albert J.L. (2014) The Development of the STEM Career Interest Survey (STEM-CIS). *Research in Science Education*, 44(3), 461-481.
- Kissling, M. T. (2014) Now and then, in and out of the classroom: Teachers learning to teach through the experiences of their living curricula. *Teaching and Teacher Education*, 44, 81-91.
- López L., Pro A., Saura O. (2012) ¿Cambian todas las actitudes con una propuesta innovadora? I Simposio Internacional de Enseñanza de las Ciencias ISIEC. Vigo.
- Lupión T., Martín, C. (2016) Desarrollo profesional docente de profesorado de secundaria en una experiencia de innovación mediante investigaciones escolares. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de la Ciencia*, 13(3), 686-704.
- Lupión T., Pérez-Cáceres, F.J. (Eds.) (2017). *Apostando por las vocaciones científicas desde la Educación Secundaria. Oportunidades mediante investigaciones con el programa Science IES(PIIISA)*. Málaga: UMA Editorial.
- McLaughlin C., Broo J., MacFadden B., Moran, S. (2015) Not looking a gift horse in the mouth: Exploring the merits of a student-teacher-scientist partnership. *Journal of Biological Education*, 50(2), 174-184.
- Minner D.D., Levy A.J., Century, J. (2010) Inquiry-based science instruction— what is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), 474–496.
- National Research Council (NRC) (2012) *A framework for K-12 science education: Practices, cross-cutting concepts and core ideas*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD) (2013) PISA 2015 Draft Science Framework. Paris: PISA, OECD Publishing OECD
- Osborne, J., Simon, S. & Collins, S. (2003) Attitudes toward science: a review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 23(5), 448-467.
- Pérez A. (2013) Actitudes hacia la Ciencia en Primaria y Secundaria. Tesis Doctoral. Murcia: Universidad de Murcia.
- Pérez M.D.C., Furman M. (2016). What is a scientific experiment? The impact of a professional development course on teachers' ability to design an inquiry-based science curriculum. *International Journal of Environmental and Science Education*, 11(6), 1387-1401.
- Pérez-Cáceres F.J. (2014) PIIISA: project to introduce research and innovation into secondary schools in Andalucía. "The young science in search of the future...or viceversa". En A. Romero, T. Ramiro-Sánchez y M. P. Bermúdez (Coord.), *Actas del II Congreso Internacional de Ciencias de la Educación y del Desarrollo*, p.468. Granada: Universidad de Granada.
- Pro A., Pérez A. (2014) Actitudes de los alumnos de Primaria y Secundaria ante la visión dicotómica de la Ciencia. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 111-132.
- Romero I. (2014) Actitudes hacia las ciencias de los estudiantes de NM1 del Colegio San Sebastián de Los Andes de la red educaUC. *Revista Tecné, Episteme y Didaxis*, extra, 218-226.
- Romine W.L., Sadler T.D. (2016) Measuring changes in interest in science and technology at the college level in response to two instructional interventions. *Research in Science Education*, 46(3), 309–327.

- Ryan R.M., Deci E.L. (2000) Intrinsic and extrinsic motivations: classic Definitions and new directions. *Contemporary Educational Psychology*, 25, 54-67.
- Sanmartí N., Márquez C. (2017) Aprendizaje de las ciencias basado en proyectos: del contexto a la acción. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 1(1), 3-16.
- Sjøberg S., Schreiner C. (2005) Perceptions and images of science and science education. Some results from the ROSE Project in 32 countries. 4th ESERA Conference. Barcelona: Springer.
- Sutcliffe H. (2011) A Report on Responsible Research and Innovation. Brussels: European Comission, DG Research and Innovation.
- Toma R., Greca I. (2018). The Effect of Integrative STEM Instruction on Elementary Students' Attitudes toward Science. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 14(4),1383-1395. <https://doi.org/10.29333/ejmste/83676>.
- Trumper R. (2004) *Science and technology education for a diverse world: dilemmas, needs and partnerships*. Lublin (Poland): Maria Curie-Sklodowska University Press.
- Union Europea (UE) (2006) Recomendación 2006/962/EC del Parlamento Europeo y del Consejo de Europa, de 18 de diciembre, sobre competencias para el aprendizaje a lo largo de la vida. Bruselas: Unión Europea.
- Vázquez A., Manassero M.A. (2008) El declive de las actitudes hacia la ciencia de los estudiantes: un indicador inquietante para la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 5(3), 274-292.
- Vázquez A., Manassero M.A. (2009a) Relevancia de la educación científica: actitudes y valores de los estudiantes relacionados con la Ciencia y la Tecnología. *Enseñanza de las Ciencias*, 27(1), 33-48.
- Vázquez A., Manassero M.A. (2009b) Factores actitudinales determinantes de la vocación científica y tecnológica en secundaria. *Cultura y Educación*, 21:3, 319-330.
- Vázquez A., Manassero M.A. (2015) Hacia una formación inicial del profesorado de ciencias basada en la investigación. *Revista Española de Pedagogía*, 261, 343-363.
- Vílchez J.M., Bravo B. (2015) Percepción del profesorado de ciencias de educación primaria en formación acerca de las etapas y acciones necesarias para realizar una indagación escolar. *Enseñanza de las Ciencias*, 33(1), 185-202.
- Welch A. (2010) Using the TOSRA to Assess High School Students' Attitudes toward Science after Competing in the FIRST Robotics Competition: An Exploratory Study. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 6(3), 187-197.

## Anexos

### Anexo I. Ítems de la dimensión E sobre motivación de los estudiantes en clases de ciencias (% de respuestas)

Items	Frecuencia					$\bar{X}$	$\bar{X}$ convertida	EEM	Sx	Sentido
	1	2	3	4	5					
05. Science lessons are fun	0.6	5.1	9.5	<b>60.8</b>	<b>24.1</b>	4.03		0.062	0.773	+
12. I dislike science lessons	<b>43.0</b>	<b>42.4</b>	9.5	3.2	1.9	1.78	4.22	0.070	0.884	-
19. School should have more science lessons each week	5.1	11.4	27.8	<b>31.6</b>	<b>24.1</b>	3.58		0.089	1.124	+
26. Science lessons bore me	<b>36.1</b>	<b>44.9</b>	11.4	3.2	4.4	1.95	4.05	0.080	1.002	-
33. Science is one of the most interesting school subjects	2.5	3.2	11.4	<b>44.3</b>	<b>38.6</b>	4.13		0.073	0.918	+
40. Science lessons are a waste of time.	<b>65.8</b>	<b>22.8</b>	5.1	3.8	2.5	1.54	4.46	0.075	0.942	-
47. I really enjoy going to science lessons	1.9	3.2	15.2	<b>55.7</b>	<b>24.1</b>	3.97		0.066	0.833	+
54. The material covered in science lessons is uninteresting	<b>24.7</b>	<b>51.9</b>	12.0	8.2	3.2	2.13	3.87	0.078	0.985	-
61. I look forward to science lessons	3.2	13.3	22.8	<b>47.5</b>	<b>13.3</b>	3.54		0.079	0.988	+
68. I would enjoy school more if there were no science lessons	<b>46.8</b>	<b>29.1</b>	13.9	7.6	2.5	1.90	4.10	0.085	1.066	-
Total de la dimensión E						39.94		0.500	6.283	

$\bar{X}$ : Media, EEM: Error estándar de la media; Sx: desviación estándar típica

### Anexo II. Ítems de la dimensión C sobre el interés por estudiar carreras científicas (% de respuestas)

Ítem	Frecuencia					$\bar{X}$	$\bar{X}$ convertida	EEM	Sx	Sentido
	1	2	3	4	5					
07. I would dislike being a scientist after I leave school	<b>20.9</b>	<b>24.7</b>	31.0	17.7	5.7	2.63	3.37	0.093	1.165	-
14. When I leave school, I would like to work with people who make discoveries in science	1.9	8.9	25.9	<b>36.7</b>	<b>26.6</b>	3.77		0.080	1.003	+
21. I would dislike a job in a science laboratory after I leave school	<b>25.9</b>	<b>38.0</b>	25.9	7.6	2.5	2.23	3.77	0.080	1.003	-
28. Working in a science laboratory would be an interesting way to earn a living	0.0	3.2	19.0	<b>44.3</b>	<b>33.5</b>	4.08		0.064	0.806	+
35. A career in science would be dull and boring	<b>40.5</b>	<b>36.7</b>	14.6	6.3	1.9	1.92	4.08	0.079	0.987	-
42. I would like to teach science when I leave school	8.2	23.4	37.3	<b>20.9</b>	<b>10.1</b>	3.01		0.087	1.088	+
49. A job as a scientist would be boring	<b>35.4</b>	<b>44.3</b>	8.9	7.6	3.8	2.00	4.00	0.083	1.047	-
56. A job as a scientist would be interesting	0.0	3.8	10.1	<b>46.2</b>	<b>39.9</b>	4.22		0.062	0.779	+
63. I would dislike becoming a scientist because it needs too much education	<b>27.2</b>	<b>42.4</b>	18.4	10.1	1.9	2.17	3.83	0.080	1.004	-
70. I would like to be a scientist when I leave school	6.3	8.2	37.3	<b>25.3</b>	<b>22.8</b>	3.50		0.089	1.122	+
Total de la dimensión C						37.64		0.511	6.422	

$\bar{X}$ : Media, EEM: Error estándar de la media; Sx: desviación estándar típica

### Anexo III. Ítems de la dimensión I sobre actitudes de los estudiantes hacia la indagación científica (% de respuestas)

Ítem	Frecuencia					$\bar{X}$	$\bar{X}$ convertida	EEM	Sx	Sentido
	1	2	3	4	5					
03. I would prefer to find out why something happens by doing an experiment than by being told	1.3	3.2	14.6	<b>50.6</b>	<b>30.4</b>	4.06		0.066	0.831	+
10. Doing experiments is not as good as finding out information from teacher	<b>26.6</b>	<b>36.1</b>	21.5	11.4	4.4	2.31	3.69	0.089	1.117	-
17. I would prefer to do experiments than to read about them	3.2	1.9	10.1	<b>35.4</b>	<b>49.4</b>	4.26		0.075	0.946	+
24. I would rather agree with other people than do an experiment to find out for myself	<b>5.7</b>	<b>29.7</b>	31.0	24.7	8.9	3.01	2.99	0.085	1.065	-
31. I would prefer to do my own experiments than to find out information from a teacher	1.3	8.2	26.6	<b>43.0</b>	<b>20.9</b>	3.74		0.074	0.925	+
38. I would rather find out about things by asking an expert than by doing an experiment	5.7	25.3	31.6	<b>29.1</b>	<b>8.2</b>	3.09	2.91	0.083	1.049	-
45. I would rather solve a problem by doing an experiment than be told the answer	1.3	8.9	21.5	<b>45.6</b>	<b>22.8</b>	3.80		0.074	0.936	+
52. It is better to ask the teacher the answer than to find it out by doing experiments	<b>24.1</b>	<b>47.5</b>	14.6	10.8	3.2	2.22	3.78	0.082	1.030	-
59. I would prefer to do an experiment on a topic than to read about it in science magazines	1.3	3.8	20.3	<b>48.1</b>	<b>26.6</b>	3.95		0.068	0.858	+
66. It is better to be told scientific facts than to find them out from experiments	<b>11.4</b>	<b>39.2</b>	32.3	13.3	3.8	2.59	3.41	0.078	0.985	-
Total de la dimensión I						36.59		0.369	4.641	

$\bar{X}$ : Media, EEM: Error estándar de la media; Sx: desviación estándar típica